

# 大数据时代的地缘环境研究

江东<sup>1,2</sup>, 王倩<sup>1,2</sup>, 丁方宇<sup>1,2</sup>

1. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101

2. 中国科学院大学资源与环境学院, 北京 100049

**摘要** 地缘环境特征和演变规律的研究是认知国际地缘政治态势、保障国家安全的重要科学支撑。21世纪以来,各类地缘事件的发生频次和影响程度不断上升,严重威胁了中国地缘环境安全和“一带一路”倡议的实施。地缘事件的发生是多种地缘环境要素相互作用、相互影响的结果,分析多维度地缘要素的演变过程,是地缘风险模拟与预警的重要依据。本文回顾了国内外地缘环境研究的起源和历史进展,梳理了地缘环境要素的主要观测手段,归纳了大数据技术在地缘环境研究领域的应用成果。研究表明,单个地缘事件具有高度随机性,但海量事件的发生受各类地缘环境要素的影响和制约,基于地缘环境系统理论,利用大数据分析技术,可以发现地缘环境要素之间的复杂关系,有助于解决特定的地缘问题。未来的地缘环境研究应以地缘环境系统理论为指导,采用大数据信息挖掘和机器学习技术,构建地缘环境时空模拟与智能分析模式。

**关键词** 地缘环境; 大数据; 信息挖掘; 机器学习

地缘环境是地缘主体(国家、组织)生存发展的外部环境,是国际上各类地缘事件的载体,既包括自然地理基础,也包括人文社会条件。对地缘环境特征和演变规律的研究是认知国际地缘政治态势、实施保障国家安全的重要手段。地缘环境研究缘于人们对地理要素作用的基本认知,即全球或地区政治、经济格局的形成和发展受地理条件的影响和制约<sup>[1]</sup>。中国先秦时期,孙武为代表的兵家和鬼谷子为代表的纵横家分别阐述了地缘环境对军事行动和政治活动的影响和制约;《三国志》之《隆中对》中诸葛亮对局势的判断和荆州、益州发展方向的选择,则是基于政治、军事、资源和文化等诸多因素的综合考量。西方的地缘环境研究

可追溯到亚里士多德、孟德斯鸠、康德等。1899年,德国科学家鲁道夫·契伦首次提出地缘政治学(geopolitics)的概念,认为地缘政治学是将国家作为地理有机体或空间现象的理论<sup>[1]</sup>。地缘政治学起源与发展的基本情况如表1所示。

地理因素是人类发展的基本要素,在全球不同区域形成了各具特色的区域性文明形态。纵观人类发展的历史,每一次重大的生产技术革命,都会对地缘政治、地缘环境的理念带来重大影响。中世纪开始,人类航运能力的发展,提升了人类对地理环境的认知,地理大发现使得原本相对封闭的地缘政治单元界限被打破,东西、南北不同地域的文明频繁交流和碰撞。“陆权

收稿日期:2017-11-30;修回日期:2018-01-07

基金项目:中国科学院重点部署课题(ZDRW-ZS-2016-6-1)

作者简介:江东,研究员,研究方向为地缘环境模拟,电子信箱:jiangd@igsrr.ac.cn;丁方宇(通信作者),博士研究生,研究方向为资源环境遥感应用,电子信箱:dingfy.17b@igsrr.ac.cn

引用格式:江东,王倩,丁方宇. 大数据时代的地缘环境研究[J]. 科技导报, 2018, 36(3): 41-48; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2018.03.005

表1 地缘政治学发展历史  
Table 1 History of geopolitical development

阶段	学说/时间	代表人物	国别	主要观点
古典地缘政治学(—1945)	政治地理学、生存空间说(1901)	拉采尔(F. Ratzel)	德国	国家是地理空间的有机体,地理法则的重点是空间和位置 <sup>[1]</sup>
	陆权论(1904)、心脏地带论(1919)	麦金德(H. Mackinder)	英国	谁统治了东欧谁就统治了心脏地带,谁统治了心脏地带,谁就统治了世界 <sup>[2]</sup>
	海权论(1890)	马汉(Mahan)	美国	海权优于陆权、大洋战略 <sup>[3]</sup>
	地缘政治学(1899)	契伦(R. Kjellen)	德国	地缘政治学是将国家作为地理有机体或空间现象的理论 <sup>[1]</sup>
	边缘地带论(1942)	斯皮克曼(N. J. Spykman)	美国	边缘地带(边缘新月形区域)是控制世界的关键 <sup>[4]</sup>
	空权论(1942)	谢维尔斯基(A. de Seversky)	前苏联	北美与前苏联空中统治区域重叠的地方是关键区域;控制空权,就等于控制了全球 <sup>[5]</sup>
冷战时代(1946—1990)	遏制政策(1946)	乔治·凯南(G. Kennan)	美国	在心脏地带的每一处地方对苏联采取遏制政策 <sup>[6]</sup>
	多米诺理论(1947)	威廉布利特(W. Bullitt)	美国	在东南亚,如果有一个国家落在共产党手中,这个地区的其他国家就会像多米诺骨牌一样,一个接一个地“倒下去” <sup>[7]</sup>
	大局观(1979)	基辛格(H. Kissinger)	美国	世界各地的冲突地点都与苏联相连接,美国卷入任一处冲突都需从全局角度思考对策 <sup>[8]</sup>
	进行美苏竞争的地缘政治纲领(1986)	布热津斯基(Z. K. Brzezinski)	美国	遏制与阻止苏联取得世界统治地位的关键在于美国对关键国家的控制 <sup>[9]</sup>
	和平地理学(geopacifics)(1951)	泰勒(P. Talor)	英国	以全球经济学为基础的世界体系研究方法 <sup>[1]</sup>
	以缓解与社会为导向的地缘政治学(1976)	拉科斯特(Y. Lacoste)	法国	将地缘政治学与生态学及环境问题、资源问题、贫困问题集合起来 <sup>[2]</sup>
后冷战时代(1991—)	地缘经济学(geo-economics)(1991)	卢特沃克(E. N. Luttwak)		在国际关系中,社会经济和生态等问题的紧迫性超过了军事对抗,世界进入竞争与合作并存的地缘经济时代 <sup>[10]</sup>
	地缘政治经济学(geopoliticomic)(1994)	丹穆克与伍德(Demko and Wood)		以地缘政治与经济竞争相结合的思路研究地缘问题 <sup>[11]</sup>
	多极世界模型	科恩(S. B. Cohen)	美国	地缘政治学是对地缘环境(geopolitical settings)和政治过程两者之间的互动分析;地缘环境包括多个层次 <sup>[1]</sup>
	无政府主义地缘政治学	卡普兰(R. Kaplan)	美国	南方注定要陷于无政府和混乱,只有美国才有能力让世界体系稳定下来 <sup>[12]</sup>
	文明的冲突	亨廷顿(S. Huntington)	美国	世界冲突的根源不再是意识形态,而是文明之间的断层 <sup>[13]</sup>
	批判地缘政治学(1995)	阿格纽(J. Agnew)	英国	运用社会和科学的批判思维,研究权力运作及挑战 <sup>[14]</sup>

论”“海权论”“边缘地带论”是不同历史时期人们对地缘环境关键要素的认识<sup>[15]</sup>。2008年9月《自然》发表了题为《大数据:PB时代的科学》专辑,“大数据(big da-

ta)”开始为科学界广泛关注<sup>[16]</sup>。2012年,联合国在大数据白皮书《大数据与发展:挑战与机遇》中指出,科技创新和越来越多的数字设备的使用,催生了大数据时代,

并将会影响全球地缘关系和社会发展的诸多领域<sup>[17]</sup>。2017年1月,哈佛大学定量社会研究中心主任加利·金(Gary King)在上海交通大学的讲座《大数据,重要的不是数据》中指出,在政治学等研究中,大数据的真正价值不是数据本身,而在于数据分析<sup>[18]</sup>。在大数据时代,科学数据的获取手段日益丰富,全球逐步建立起强大的地缘环境要素观测体系;数据分析方法日新月异,数据挖掘、深度学习的技术不断推进;空前高涨的社会发展的应用需求,是大数据时代地缘环境研究的重要支撑。2013年2月,法国《数字化路线图》和《法国政府大数据五项支持计划》,宣布将投入1.5亿欧元大力支持5项战略性高新技术,而大数据就是其中一项<sup>[19]</sup>。2013年8月,澳大利亚发布了《公共服务大数据战略》;政府信息管理办公室(AGIMO)成立了跨部门工作组——大数据工作组<sup>[20]</sup>。2015年9月,中国国务院办公厅印发《促进大数据发展行动纲要》,提出加快数据开发共享、加强数据安全保障等要求<sup>[21]</sup>。

## 1 地缘环境研究的数据基础

对地缘关系的科学认知,依赖于对时空序列相对完备科学数据的综合分析和深入挖掘。因此指标体系清晰、语义规范、精度可控的跨区域的基础地理、自然地理、军事地理和经济、社会本底数据,是开展上述研究的重要基础。目前,全球已经和正在构建的地缘环境要素观测方式主要分为以下3个方面。

### 1.1 自然要素观测体系

1) 遥感对地观测体系。遥感技术是自然要素观测体系最重要的组成之一,它能够对全球、大洲和区域尺度的地缘环境要素进行连续观测,具有可重复覆盖、视点高、视域广,数据获取周期短等特点,经过多年的发展,逐步形成了高时间、高空间、高光谱、多角度及位置与位移信息于一体的对地观测体系。依据地缘研究尺度的不同,可将常用的遥感信息源分为以下3种:(1)宏观(全球)尺度,如美国TIROS-N/NOAA系列极轨业务气象卫星、中国风云系列气象卫星、日本静止气象卫星GMS等,空间分辨率1~几km,时间分辨率高(小时~日),可以对大范围重复观测,提供全球自然地缘要素的动态信息。(2)中观尺度,资源卫星系列,如美国Landsat TM/ETM+、法国SPOT系列、中国—巴西合作CBERS1/2、美国新一代中尺度MODIS数据等,空间分

分辨率一般为几十米(MODIS为0.250~1 km),具有多个波段,是获取区域自然地缘要素及其变化分析的主要信息源。(3)微观尺度,包括高分辨率卫星、航空遥感、无人机、飞艇等,空间分辨率一般在1 m(或~1 m)以下的的数据,能够提供地缘环境特征地物或者重点目标分布的详细信息<sup>[22]</sup>。

2) 陆地样带。陆地样带作为理解陆地生态系统功能变化驱动机制的重要研究手段,也应成为地缘环境要素观测体系的重要组成部分。国际地圈生物圈计划基于不同地区全球变化驱动因素的不同及全球变化的潜在反馈作用强度的不同,启动了卡拉哈里样带、稀树草原样带、澳大利亚北部热带样带、中国东北样带和中国东部南北样带等15条国际地圈-生物圈计划(IGBP)陆地样带<sup>[23]</sup>。样带一般位于高度敏感区,沿着特定的环境梯度分布,如温度、降雨量或土地利用强度等概念性的梯度,且长度超过1000 km,能够为区域性或全球性分析提供典型的基于机理的过程信息<sup>[24]</sup>。

3) 地面定位观测网。定位观测能够获得近地层自然要素第一手资料,是地缘环境研究观测体系的基础组成。生态学、气象学等对定位观测极度重视的自然学科,根据自身研究的需要已经建成包括全球气候观测系统(GCOS)、全球通量观测网(Fluxnet)及全球物候观测网等一系列专业定位观测系统。其中GCOS是1992年由世界气象组织、联合国教科文组织(UNESCO)、国际科学联盟理事会(ICSU)、联合国环境规划署(UNEP)共同启动,旨在更好地了解全球气候变化及其复杂性。它涉及到气候系统的所有组份:大气圈、生物圈、低温层、水圈及地表,包括由1000个基本地面观测站组成的地面观测网(GSN)和150个高空观测站组成的高空观测网(GUAN)<sup>[25]</sup>。Fluxnet主要面向生态学研究中所关注的近地层通量,此外还收集站区的植被、土壤、水温和微气象观测数据。由美国(AmeriFlux)、欧洲(CarboEurope)、中国(ChinaFLUX)等7个主要区域网络及CAROMONT等一些专项研究计划的共同参与所组成,包括全球500多个台站<sup>[26]</sup>。在物候观测方面,中国科学院地理科学与资源研究所重新恢复并建立了“中国物候观测网”(Chinese phenological observation network, CPON),CPON现有观测站30个,其中自然物候观测站26个,观赏性花木观测基地4个,收录了1963年至今逾10万条物候观测记录<sup>[27]</sup>。一系列地面观测计划可为地缘研究提供可靠的全球范围的实测数据,也可作

为地缘环境相关分析的理想研究平台。

## 1.2 人文社会要素观测体系

人文社会要素,如人口、社会经济、城市发展及交通物流等,是地缘环境的重要组成部分。目前全球人文社会要素的观测体系也已逐渐形成,并在科学研究和社会管理中发挥着重要的作用。

1) 人口。人口数据是反映人类活动影响的最直接的指标之一,世界上各国都将人口数据作为社会经济发展的重要统计指标。如美国在1990年人口普查后,研制了人口地理信息系统(topologically integrated geographic encoding referencing, TIGER);中国自1953年开始共开展了6次全国性的人口普查工作(1953、1964、1982、1990、2000和2010年)。随着遥感技术、地理信息系统(GIS)及计算机技术的发展,基于土地利用、夜间灯光等数据出现了各种全球性和区域性的人口空间分布数据,如全球栅格人口数据库GPW(Gridded Population of the World)、橡树岭实验室的全球LandScan 30 s分辨率人口数据集<sup>[28]</sup>、联合国环境计划署全球资源信息数据库(Global Information Database)中的AfriPOP、AsiaPop、AmeriPop,中国科学院资源环境数据中心的全国1 km分辨率人口空间栅格数据<sup>[29]</sup>等。

2) 社会经济。以行政区域为统计单元的社会经济数据是各国摸清社会经济发展的基本情况的重要数据来源。以中国为例,自2004年开始已开展了3次全国性的经济普查工作(2004、2008和2013年),涉及境内全部法人单位、产业活动单位和个体经营户,包括了采矿业、制造业、电力等各部门和单位。与人口类似的以空间地理单元进行的社会经济数据空间化数据也快速发展,如美国耶鲁大学基于全球27500个行政单元观测数据构建了全球1990—2005年、每5年GDP空间分布数据集G-Econ。以人口、社会经济空间数据为基础,可以编绘全球贫困人口空间分布图<sup>[30]</sup>,能够为地缘研究提供较高空间精度的社会经济数据基础。

3) 城市发展。城市是现代社会发展的主要载体,对城市发展的观测也是地理、生态、环境、经济等学科研究的重要对象。2015年世界银行发布了1960—2014年世界各国城市化数据,并以此为基础发布了东亚地区10年的城市化空间增长情况<sup>[31]</sup>。亚洲开发银行在线公布了大湄公河区域各国城市化的空间和属性信息。中国科学院地理科学与资源研究所融合遥感和社会统计数据,逐步推出了全球主要城市时空发展数据集<sup>[32]</sup>。

4) 交通物流。交通物流是能源安全的重要要素。传统的船舶活动观测手段有限,船舶轨迹采集停留在小样本的主动观测层面,如利用岸基监控站的雷达定时拍摄方法,叠加影像中的目标船舶的运动序列并绘制运动轨迹。近年来,出现了被动式采集技术,即通过数据接收基站或卫星接收船载通信设备发送的船舶数据,数据精度高达0.1 n mile (1 n mile=1852 m),形成了区域性甚至是全球性的航运物流数据管理平台。航运物流数据内容包括货物信息、船舶档案、港口信息和船舶轨迹<sup>[32]</sup>。

## 1.3 综合性的全球观测计划

随着全球一体化的发展,各种综合性的全球计划也从不同学科角度针对不同的研究目标开展。如世界气候研究计划(WCRP)、国际地圈-生物圈计划(IGBP)、国际全球环境变化人文因素计划(IHDP)、生物多样性计划(DIVERSTATS)分别从地球物理系统、地球系统的物理-化学-生物相互耦合作用的过程、环境变化的人类因素以及养育人类的生物多样性4个方面进行全球性的数据观测和模拟<sup>[33]</sup>。2001年WCRP、IGBP、IHDP和DIVERSTRAS联合组建地球系统科学联盟(ESSP),能够为地缘环境研究提供全球尺度的能量与水循环要素、气候与冰冻圈、土地利用、大气、海洋、人类安全以及生物多样等大量地球系统数据。又如联合国环境规划署早期预警和评估司2001年发起了全球环境展望计划(global environment outlook, GEO),拟基于统一的指标体系和方法,对全球环境进行评估,预测其发展趋势<sup>[34]</sup>。2014年,由国际科学理事会(ICSU)和国际社会科学理事会(ISSC)等组织共同牵头组建为期10年的大型科学计划“未来地球计划(Future Earth)”(2014—2023),在整合原有的全球环境变化研究领域四大科学计划的基础上,设置了3个研究方向:动态地球、全球发展和向可持续发展的转变<sup>[35]</sup>。综合性的全球观测计划为地缘环境研究提供了更为综合的多尺度时空信息。

## 2 地缘环境大数据的分析与应用

大数据技术的发展一方面为地缘环境系统研究提供了丰富的数据支撑,同时也提供了新的分析手段。基于密集型数据的大数据分析已成为科学研究的第四范式。地缘环境系统研究的大数据分析包括:(1) 地缘环境数据融合与信息挖掘,包括时空机理分析、时空格

局识别、时空数据可视化、时空异常探测等；(2) 地缘环境可视化表达；(3) 地缘事件预测性分析。大数据预测与传统的基于抽样的预测不同之处在于，其利用海量历史数据和实时动态数据，通过对各种各样的非结构数据的深度分析，基于较之以往抽样样本大得多的样本数，甚至近乎全样本的数据集，发现复杂系统要素之间的关联规则，并据此开展系统预测。近年来，大数据分析大数据预测方法在地缘环境研究领域已经取得令人瞩目的成果，主要包括以下方面。

1) 地缘军事。2012年开始，美国实施了多项地缘军事有关的大数据计划，包括美国国防部的《数据到决策》项目、美国国防部高级研究计划局启动的XDATA计划<sup>[36]</sup>。2013年9月英国著名智库英国皇家联合服务研究所公布了《面向国防和安全的大数据》白皮书，系统分析了能够服务于英国军队和国防的大数据分析方法<sup>[37]</sup>。在地理信息系统和时空模拟技术的支持下，基于大数据分析往往能够找出与传统认识不同的地缘环境系统演变规律，如Braithwaite等<sup>[38]</sup>利用空间自相关方法进行跨境恐怖袭击热点探测；Gao等<sup>[39]</sup>利用时空集群分析技术预测突发社会事件；Ding等<sup>[40]</sup>基于1970年以来的恐怖袭击事件及多种自然、人文影响要素数据，利用机器学习方法，建立了全球恐怖袭击事件模拟与预测模型，并取得了很好的预测效果。

2) 地缘政治。2012年3月，美国政府提出《大数据研究和发展倡议》，来推进从海量的、复杂的数据集合中获取知识和洞见的能力<sup>[36]</sup>。2013年10月，英国推出《把握数据带来的机遇：英国数据能力战略》，促进英国在数据挖掘和增值服务中的世界领先地位，为英国公民、企业、学术机构和公共部门在信息经济条件下创造更多收益<sup>[37]</sup>。德国经济学家Manuel Funke等系统分析了经济危机对国家政治、政策的影响；基于100起金融危机数据，与西方20个国家(地区)过去140余年中的800多次选举情况进行关联分析，结果表明，金融危机后政治易急转向右，极右翼政党的选票平均会增加30%左右<sup>[41]</sup>。

3) 地缘经济。2016年，智利圣地亚哥大学的Noguera-Santaella<sup>[42]</sup>发表了地缘事件(战争)对社会经济影响方面的研究成果。他收集了1861年美国南北战争以来的32个对石油价格可能造成影响的战争事件，以及1859—2013年逐月的全球石油价格数据进行数据分析，评估了地缘事件(战争)对石油价格的影响。结果

表明，2000年之前，地缘事件(战争)会直接影响石油价格；而2000年之后，战争对石油价格影响微乎其微。英国利兹大学Suckall等<sup>[43]</sup>研究了气候变化对人口流动的影响。该研究以非洲马拉维共和国为研究区，开展了241次调查、75次访谈和123次焦点座谈，得出气候变化并非像传统认知那样造成人口从农村向城市迁移，相反地，气候变化造成人口从城市向农村迁移。

4) 地缘环境系统模拟与地缘风险评估。地缘环境研究的最终目的是对未来地缘风险的预测和预警。葛全胜等<sup>[44]</sup>梳理了地球系统科学与地缘政治研究的最新成果，提出了地缘环境系统的理论框架和模拟方法；世界经济论坛(World Economic Forum)将全球地缘环境风险归纳为5大类型：政治军事、经济发展、社会稳定、环境风险和技术风险。在此基础上，利用世界银行、联合国粮农组织等国际权威数据，每年发布全球地缘风险评估报告<sup>[45]</sup>。2017年7月，美国兰德公司<sup>[46]</sup>发布了未来全球武装冲突风险预测的系列评估报告，指出全球各类冲突事件在今后20~30年总体呈缓和趋势。

### 3 结论

当前，全球地缘事件数量巨大，行为主体庞杂，时空分布多变，其科学评估与预警充满挑战。纵观地缘环境领域的研究进展，未来的研究方向和重点有以下3个方面。

1) 完善地缘环境要素观测体系。在全球气候变化背景和经济全球化趋势下，区域联系日益密切，全球风险更加复杂，依托现代遥感、GIS技术、互联网信息技术，结合传统调查、观测和统计手段，构建天—空—地一体化的综合性地缘环境要素监测体系，为全球地缘环境研究提供多维度、多尺度的地缘要素信息。

2) 健全地缘环境数据管理体制，加快数据开发共享进程。地缘环境模拟涉及自然地理、社会经济、政治军事、民族宗教等多学科时空数据，跨政府部门的数据安全管理模式和多源异构数据的高效融合是推进国家地缘环境模拟研究的重要保障。构建地缘环境要素数据的安全共享机制，推动地缘环境理论与应用的协调发展。

3) 加强地缘环境演化机制研究，推动地缘环境理论建设，提升地缘环境综合模拟与预警能力。地缘环境系统是一个高度复杂的非线性系统，基于多学科交

叉的地缘环境科学理论和大数据技术,发展具有级联互反馈效应的智能分析模式,结合多种动态模拟情景,搭建地缘环境模拟预警系统,增强对突发地缘事件的应急响应能力。

近年来,在经济全球化的大背景下,国际地缘环境发生了巨大变化,实施保障国家安全的政策需要地缘环境系统的科学支撑,对地缘环境的深入研究既是国家需求也是学科发展需求,高等院校和研究机构需要在学科理论和社会经济政治发展基础上加强对地缘环境的研究,推动学科理论建设,同时扩大研究队伍,加强人才培养,认知国际地缘政治态势,关注全球地缘环境的发展与变化。中国的地缘环境系统建设需要在现有地缘环境要素观测手段和长期累积的地缘环境要素数据基础上,完善地缘要素观测体系,健全数据管理体制,加快数据安全共享进程,促进地缘环境研究的同时保证国家机密数据的安全。在大数据时代,地缘环境的研究应依靠对海量数据的深度分析,发现地缘环境要素间关联,提升地缘环境时空模拟和预测分析能力,提高系统模拟与风险评估效率,为复杂的沿边地缘环境背景下的“一带一路”倡议的推行提供多尺度的科学保障。

### 参考文献(References)

- [1] 索尔·伯纳德·科恩. 地缘政治学: 国际关系的地理学[M]. 严春松, 译. 上海: 上海社会科学院出版社, 2014.  
Saul Bernard Cohen. Geopolitics: Geography of international relations[M]. Yan Chunsong, trans. Shanghai: Shanghai Academy of Social Sciences Press, 2014.
- [2] 哈尔福德·麦金德. 历史的地理枢纽[M]. 北京: 商务印书馆, 2011.  
Halford John Mackinder. The geographical hub of history[M]. Beijing: Commercial Press, 2011.
- [3] 阿尔弗雷德·塞耶·马汉. 海权对历史的影响[M]. 北京: 中国人民解放军出版社, 2006.  
Alfred Thayer Mahan. The influence of sea power on history [M]. Beijing: PLA Publishing House, 2006.
- [4] 斯皮克曼. 和平地理学[M]. 北京: 商务印书馆, 1965.  
Schpicman. Peace Geography[M]. Beijing: Commercial Press, 1965.
- [5] Alexander de Seversky. Air power: Key to survival[M]. New York: Simon and Schuster Press, 1950.
- [6] Kennan G F. American Diplomacy, 1900—1950[M]. Chicago: Chicago University Press, 1951.
- [7] 陈少华. 国家间博弈中的地缘政治与地缘经济[J]. 武汉理工大学学报(社会科学版), 2009, 22(3): 36—40.  
Chen Shaohua. Geopolitics and geoeconomics of internation game[J]. Journal of Wuhan University of Technology (Social Sciences), 2009, 22(3): 36—40.
- [8] 亨利·基辛格. 大外交[M]. 海南: 海南出版社, 2012.  
Henry Kissinger. Great diplomacy[M]. Hainan: Hainan Publishing House, 2012.
- [9] 兹比格纽·布热津斯基. 大棋局: 美国的首要地位及其地缘战略[M]. 上海: 上海人民出版社, 2012.  
Zbigniew brzezinski. Great chess game: The first position of the United States and its geostrategic strategy[M]. Shanghai: Shanghai People's Press, 2012.
- [10] Luttwak E N. The endangered American dream: How to stop United States becoming a third country and how to win the geo-economic struggle for industrial supremacy[M]. New York: Simon and Schuster, 1993.
- [11] Demko G J. Reordering the world: Geopolitical perspectives on the twenty-first century[M]. Boulder, Colorado: Westview Press, 1994.
- [12] 罗伯特·D·卡普兰. 2013. 即将到来的地缘战争[M]. 涵朴, 译. 广州: 广东人民出版社, 2013.  
Robert D Kaplan. The upcoming geowar[M]. Han Pu, trans. Guangzhou: Guangdong People's Press, 2013.
- [13] 塞缪尔·亨廷顿. 文明的冲突[M]. 周琪, 译. 新华出版社, 2013.  
Samuel Huntington. The clash of civilizations and the remarking of world order[M]. Zhou Qi, trans. Xinhua Press, 2013.
- [14] Tuathail G Ó, Agnew J. Geopolitics and discourse: Practical geopolitical reasoning in American foreign policy[J]. Political Geography, 1992, 11(2): 190—204.
- [15] 陆大道, 杜德斌. 关于加强地缘政治地缘经济研究的思考[J]. 地理学报, 2013, 68(3): 723—727.  
Lu Dadao, Du Debin. Thoughts on strengthening the geopolitical geo-economic research[J]. Journal of Geography, 2013, 68 (3): 723—727.
- [16] Buxton B, Hayward V, Pearson I, et al. Big data: The next Google. Interview by Duncan Graham-Rowee[J]. Nature, 2008, 455(7209): 8—9.
- [17] UN Global Pulse. Big data for development: Challenges & opportunities[EB/OL]. (2012-05-29)[2017-10-10]. <http://www.unglobalpulse.org/projects/Bigdataofordevelopment>.
- [18] King G. Big data is not about the data[EB/OL]. (2015-02-20)[2017-09-28]. <https://gking.harvard.edu/presentations/big-data-not-about-data-18>.
- [19] European American Chamber of Commerce, French (& German) Government support for Big Data[EB/OL]. (2013-07-04)[2017-11-12]. <https://www.eaccny.com/news/french-german->

- government-support-for-big-data/.
- [20] 张勇进, 王璟璇. 主要发达国家大数据政策比较研究[J]. 中国行政管理, 2014(10): 113-117.  
Zhang Yongjin, Wang Jingxuan. Comparative study on big data policies of major developed countries[J]. China's Administrative Management, 2014(10): 113-117.
- [21] 中华人民共和国国务院. 促进大数据发展行动纲要[J]. 中华人民共和国国务院公报, 2015(26): 26-35.  
The State Council of the People's Republic of China. Action to promote the development of big data[J]. Communiqué of the State Council of the People's Republic of China, 2015 (26): 26-35.
- [22] 江东. 资源环境高分辨率遥感应用研究[M]. 北京: 气象出版社, 2016.  
Jiang Dong. Research on high resolution remote sensing application of resource environment[M]. Beijing: Meteorological Press, 2016.
- [23] Canadell J G, Steffen W L, White P S. IGBP/GCTE terrestrial transects: Dynamics of terrestrial ecosystems under environmental change[J]. Journal of Vegetation Sciences, 2002, 13: 298-300.
- [24] 傅伯杰, 赵文武, 陈利顶. 地理-生态过程研究的进展与展望[J]. 地理学报, 2006, 61(11): 1123-1131  
Fu Bojie, Zhao Wenwu, Chen Liding. Progress and perspective of Geographical-ecological processes[J]. Acta Geographica Sinica, 2006, 61(11): 1123-1131.
- [25] 葛全胜, 王芳, 陈泮勤, 等. 全球变化研究进展和趋势[J]. 地球科学进展, 2007, 22(4): 417-427.  
Ge Quansheng, Wang Fang, Chen Panqin, et al. Progress and trend of global change research[J]. Earth Science Progress, 2007, 22(4): 417-427
- [26] 于贵瑞, 张雷明, 孙晓敏. 中国陆地生态系统通量观测研究网络(ChinaFLUX)的主要进展及发展展望[J]. 地理科学进展, 2014, 33(7): 903-917.  
Yu Guirui, Zhang LeiMing, Sun Xiaomin. The main progress and development prospects of China terrestrial ecosystem flux observation research network (ChinaFLUX)[J]. Geoscience Progress, 2014, 33(7): 903-917.
- [27] 方修琦, 陈发虎. 植物物候与气候变化[J]. 中国科学(地球科学), 2015, 45(5): 707-708.  
Fang Xiuqi, Chen Fahu. Plant phenology and climate change [J]. Scientia Sinica Terrae, 2015, 45(5): 707-708.
- [28] Azar D, Engstrom R, Graesser J, et al. Generation of fine-scale population layers using multi-resolution satellite imagery and geospatial data[J]. Remote Sensing of Environment, 2013, 130: 219-232.
- [29] 付晶莹, 江东, 黄耀欢. 中国公里网格人口分布数据集[J]. 地理学报, 2014(69): 72-79.  
Fu Jingying, Jiang Dong, Huang Yaohuan. The distribution data of China's kilometer-grid population[J]. Journal of Geography, 2014(69): 72-79.
- [30] Elvidge C D, Sutton P C, Ghosh T, et al. A global poverty map derived from satellite data[J]. Computers & Geosciences, 2009, 35(8): 1652-1660.
- [31] Baker J. East Asia's changing urban landscape: Measuring a decade of spatial growth[M]. Washington D. C.: The World Bank, 2015: 184.
- [32] Xavier C, Moreira F. A gile ETL[J]. Procedia Technology, 2013(9): 381-387.
- [33] Moore III B. International Geosphere-Biosphere Programme: A study of global change, some reflections[J]. Global Change Newsletter, 1999(40): 1-3.
- [34] United Nations Enviromt Programme. Keeping the global environment under review[EB/OL]. [2017-11-01]. <https://www.unenvironment.org/regions/africa/regional-initiatives/keeping-environment-under-review>.
- [35] Future earth: Research for global sustainability[EB/OL]. [2017-11-12]. <http://www.futureearth.org>.
- [36] Digital government strategy[EB/OL]. (2012-03-29)[2013-12-10]. <http://www.whitehouse.gov/blog/2012/03/29/big-data-big-deal>.
- [37] Great Britain. Department for Business, Innovation and Skills (BIS). Seizing the data opportunity: A strategy for UK data capability[EB/OL]. (2013-10-01)[2018-11-12]. [https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/254136/bis-13-1250-strategy-for-uk-data-capability-v4.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/254136/bis-13-1250-strategy-for-uk-data-capability-v4.pdf).
- [38] Braithwaite A, Li Q. Transnational terrorism hot spots: Identification and impact evaluation[J]. Conflict Management and Peace Science, 2007(24): 281-296.
- [39] Gao P, Guo D S, Liao K, et al. Early detection of terrorism outbreaks using prospective space-time scan statistics[J]. The Professional Geographer, 2013, 65(4): 676-691.
- [40] Ding F Y, Ge Q S, Jiang D, et al. Understanding the dynamics of terrorism events with multiple-discipline datasets and machine learning approach[J]. PloS One. 2017, 12(6): e017-9057.
- [41] Fernández-Delgado M, Cernadas E, Barro S, et al. Do we need hundreds of classifiers to solve real world classification problems[J]. Journal of Machine Learning Research, 2014, 15 (1): 3133-3181.
- [42] Noguera-Santaella J. Geopolitics and the oil price[J]. Economic Modelling, 2016(52): 301-309.
- [43] Suckall N, Fraser E, Forster P, et al. Using a migration systems approach to understand the link between climate change and urbanization in Malawi[J]. Applied Geography, 2015(63): 244-252.

- [44] 葛全胜, 江东, 陆锋, 等. 地缘环境系统模拟研究探讨[J]. 地理学报, 2017, 72(3): 371-381.  
Ge Quansheng, Jiang Dong, Lu Feng, et al. Study of the geo-environmental system simulation[J]. Geographical Journal, 2017, 72(3): 371-381.
- [45] World Economic Forum. Global risks report 2017[EB/OL]. [2017-01-11]. <http://wef.ch/risks2017>.
- [46] Szayna T S, O'Mahony A, Kavanagh J, et al. Conflict trends and conflict drivers[R/OL]. California: The RAND Corporation, 2017: 286. [https://www.rand.org/pubs/research\\_reports/RR1063.html](https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR1063.html).

## Research on the geo-environment in the era of big data

JIANG Dong<sup>1,2</sup>, WANG Qian<sup>1,2</sup>, DING Fangyu<sup>1,2</sup>

1. Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China
2. College of Resources and Environment, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

**Abstract** The study of geographical environment characteristics and evolution rules is an important scientific support for recognizing the international geopolitical situation and safeguarding national security. Since 21 century, the rise of frequency and influence of all kinds of geopolitical events causes a serious threat to China's geopolitical safety and implementation of "the Belt and Road Initiative". The occurrence of geopolitical events is the result of interaction of various geo-environmental factors. The analysis of the evolution process of multi-dimensional geopolitical elements is an important basis for simulation and early warning of geo-risk. This paper reviews the origin and historical progress of the research on geo-environment both at home and abroad, systematically combs the main observation means of geo-environmental factors, and sums up application results of big data technology in the field of geo-environment research. Research shows that single geopolitical events have a high degree randomness, but the occurrence of massive events is affected by various geo-environment factors. Based on geo-environment system theory, the paper describes the complex relationship between geographical environment factors by using a large data analysis method, which helps to solve the problem of specific geographical. Finally, the paper suggests that the future geo-environment research should be guided by the geo-environment system theory and uses big data mining and machine learning technology to construct a spatiotemporal simulation and intelligent analysis model of geo-environment.

**Keywords** geographical environment; big data; information mining; machine learning ●



(责任编辑 王志敏)